

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-168703

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 4 N 7/01

識別記号

F I

H 0 4 N 7/01

G

審査請求 未請求 請求項の数27 OL (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平10-115645

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月24日

(31) 優先権主張番号 9 7 8 3 0 1 8 8 : 5

(32) 優先日 1997年 4月24日

(33) 優先権主張国 イタリア (I T)

(71) 出願人 591002692

エスティーマイクロエレクトロニクスエ

ス. アール. エル.

イタリア国 ミラノ 20041 アグラーテ

ブリアンツァ ヴィア ツィー オリヴ
エッティ 2

(72) 発明者 マッシオ マンクソ

イタリア国 ミラノ 20052 モンツァ

ヴィア オリアニ 19

(72) 発明者 ヴィヴィアナ ダルト

イタリア国 20134 ミラノ ヴィア デ
ユラッツォ 5

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外 5 名)

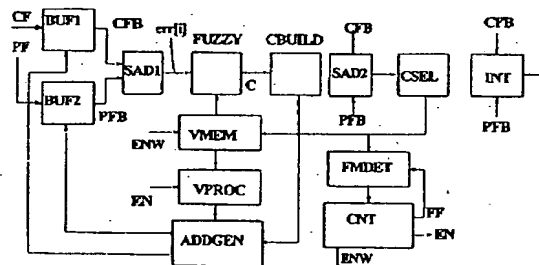
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法およびこの方法を作動させる装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を提供する。

【解決手段】 像ブロックに予測動きベクトルの各々を供給して前の像フィールドおよび後の像フィールドに夫々関連する像ブロックの各対を決め、関連する像ブロックの対の各々に対し、関連する像ブロックの対の関連する像素子間の輝度絶対差の和である誤り関数 (err[i]) を評価し、予測動きベクトルの各対に対し、等質性の度合を評価し、予測動きベクトルの各対に対し、その等質性の度合が高くなればなる程および予測動きベクトルの対の誤り関数が小さくなればなる程高くなる起動レベルを有するファジールールを適用し、最良の予測動きベクトル (P[min]) に基づき、像ブロックの予測動きベクトルを決めるステップを具える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換するに当たり、次のステップ：

a) 補間すべき像フィールドを各々がその像素子の各組より成る複数の像ブロック (IB) に分割し、
b) 前記複数の像ブロックの少なくともサブ-複数 (Q_1, Q_2) の各像ブロック ($K(x, y)$) に対して隣接像ブロック ($NB[0]-NB[3]$) 群を考慮し、

c) 前記隣接像ブロックの群に関連する予測動きベクトル ($P[0]-P[3]$) に基づき、その間に補間すべき像フィールドを具える前の像フィールドから後の像フィールドまでの像ブロック ($K(x, y)$) の動きを記述する像ブロックに対する予測動きベクトルを決め、 d) 前記予測動きベクトルによって関連する前記前の像フィールドおよび後の像フィールドに2つの関連する像素子を補間することにより像ブロック ($K(x, y)$) の各像素子を決めるようにしたビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法において、前記ステップc) は：

c1) 前記像ブロック ($K(x, y)$) に前記予測動きベクトルの各々を供給して前記前の像フィールドおよび後の像フィールドに夫々関連する像ブロックの各対を決め、

c2) 前記関連する像ブロックの前記対の各々に対し、前記関連する像ブロックの前記対の関連する像素子間の輝度絶対差の和 (SAD) である誤り関数 ($err[i]$) を評価し、 c3) 前記予測動きベクトルの各対に対し、等質性 ($H(i, j)$) の度合を評価し、 c4) 前記予測動きベクトルの各対に対し、その等質性の度合が高くなればなる程および前記予測動きベクトルの対の前記誤り関数が小さくなればなる程高くなる起動レベル ($r[k]$) を有するファジールールを適用し、

c5) 最高の起動レベル ($r[opt]$) を有するファジールールを決めるとともに小さな誤り関数を有する最適ファジールールに関連する対の最良の予測動きベクトル ($P[min]$) を決め、

c6) 前記最良の予測動きベクトル ($P[min]$) に基づき、像ブロック ($K(x, y)$) の前記予測動きベクトルを決めるステップを具えるようにしたことを特徴とするビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項2】 前記隣接像ブロック ($NB[0]-NB[1]$) の群は、像ブロックの前記サブ-複数の走査シーケンスで像ブロック ($K(x, y)$) の前の像ブロック ($NB[0], NB[1]$) の第1副群と、前記走査シーケンスで像ブロックの後の像ブロック ($NB[2], NB[3]$) の第2副群とを具える事の特徴とする請求項1に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項3】 前記隣接像ブロック ($NB[0]-NB[3]$) の群は、対角線方向において前記像ブロック ($K(x, y)$) の最も近くに隣接する4つの像ブロックを具えることを特徴とする請求項2に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項4】 前記等質性 ($H(i, j)$) の度合の評価は、2つの直交軸に沿って予測動きベクトル ($P[i], P[j]$) の前記対の構成要素間の絶対差の和を計算するステップを具えることを特徴とする請求項3に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項5】 ファジールールの適用は、誤り関数の値に対してファジー集合“スモール”を決め、このファジー集合“スモール”に対する誤り関数 (err) のメンバーシップの程度を決め、前記等質性の度合の値に対する第1ファジー集合“ハイ”を決め、前記ファジー集合“ハイ”に対する等質性の度合のメンバーシップの程度を決めるステップを具えることを特徴とする請求項4に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項6】 ファジールールの前記起動レベル ($r[k]$) は、前記第1ファジー集合“ハイ”に対する等質性の度合のメンバーシップの程度間の最小値を決めるとともに前記ファジールールが前記ファジー集合“スモール”に適用される予測動きベクトル ($P[i], P[j]$) に関連する誤り関数 (err) のメンバーシップの程度を決めるようにしたことを特徴とする請求項5に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項7】 前記ステップ(c6)によって前記像ブロック ($K(x, y)$) に対する予測動きベクトルとして前記最良の予測動きベクトル ($P[min]$) を選択するようにしたことを特徴とする請求項2～6の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項8】 前記ステップ(c)によって、さらに前記予測動きベクトル ($P[0]-P[3]$) の誤り関数が高くなればなる程および前記第1副群 ($NB[0], NB[1]$) のブロックに関連する予測動きベクトル ($P[0], P[1]$) が高くなればなる程高くなる起動レベル ($r[6]$) を有する他のファジールールを適用し、且つ前記最良の予測動きベクトル ($P[min]$) および零ベクトル間の平均であって各々が最適ファジールールの起動レベル ($r[opt]$) および前記他のファジールールの起動レベル ($r[6]$) である重み付き平均として、像ブロック ($K(x, y)$) の候補予測動きベクトルを決めるようにしたことを特徴とする請求項2～6の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項9】 前記他のファジールールを適用することによって、ブロック ($NB[0], NB[1]$) の第1の副群に関連する2つの予測動きベクトル ($P[0], P[1]$) の、2つの軸 (x, y) に沿う夫々絶対コンポーネントの和である第1の値 ($UP(x)$) および第2の値 ($UP(y)$) を決め、これら第1の値および第2の値に対して第2のファジー集合“ハイ”を決め、この第2のファジー集合“ハイ”に対して前記第1の値および第2の値のメンバーシップの各程度を決め、前記誤り関数 ($err[i]$) の値に対する

第3のファジー集合“ハイ”を決め、この第3のファジー集合“ハイ”に対する前記誤り関数の値 ($err[i]$) のメンバーシップ ($e'(i)$) の各程度を決めるようにしたことを特徴とする請求項8に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項10】 前記他のファジールールの起動レベル ($r[6]$) の評価によって、第1の値および第2の値 ($UP(x), UP(y)$) の第2のファジー集合“ハイ”に対するメンバーシップの程度と第3のファジー集合“ハイ”に対する前記誤り関数の値 ($err[i]$) のメンバーシップ ($e'(i)$) の程度との間の最小値を決めるようにしたことを特徴とする請求項9に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項11】 前記ステップ(c6)によって、前記像ブロック ($K(x, y)$) の予測動きベクトルとして前記候補予測動きベクトル (C) を選択するようにしたことを特徴とする請求項8～10の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項12】 更に前記ステップ(c)によって、更新動きベクトル ($Vu[1]-Vu[8]$) の関連する組を得る更新の組を前記候補予測動きベクトル (C) に供給するとともに前記更新動きベクトルに関連する誤り関数 (err) を評価するようにしたことを特徴とする請求項8～10の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項13】 最小誤り関数を有する前記更新動きベクトルは像ブロック ($K(x, y)$) に対する候補予測動きベクトルとして選択するようにしたことを特徴とする請求項12に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項14】 更新動きベクトルおよび候補予測動きベクトル間の方向差に依存する各ペナルティー値 ($PEN1, PEN2$) は前記更新動きベクトル ($Vu[1]-Vu[8]$) に関連する誤り関数 (err) に加算するようにしたことを特徴とする請求項12に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項15】 複数の像ブロックのサブ複数 ($Q1, Q2$) は2つの相補星形パターンの何れか一方または双方に属する像ブロックで構成することを特徴とする請求項1～14の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項16】 前記複数の像ブロックのサブ複数 ($Q1, Q2$) に属さない各像ブロックの動きベクトル (w) は前記複数の像ブロックのサブ複数に属する各隣接ブロックの予測動きベクトル ($v1-v4$) を補間することによって決めるようにすることを特徴とする請求項15に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項17】 各像ブロック ($K(x, y)$) に対して予測動きベクトルを決めた後に、像ブロック ($K(x, y)$) をさ

らに4つのサブブロックに分割し、且つこのサブブロックの各々に対する動きベクトル (E_1, \dots, E_4) は像ブロック ($K(x, y)$) の予測動きベクトルと各隣接像ブロックに関連する動きベクトル ($Va-Vd$) との間の平均として計算することとを特徴とする請求項16に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項18】 前および後の像フィールドの関連する像ブロックの対の各々に対する誤り関数 ($err[i]$) を評価することによって、2つの関連する像ブロックを順次フォーマットに変換することとを特徴とする請求項1～17の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項19】 受信した像フィールドシーケンス (O_1, E_1, O_2) がビデオカメラから、またはムービーから生じたものとし、受信した像フィールドがカメラから生じた場合には、受信した像フィールドの各対に対してステップ(a)乃至(d)を実行することにより補間中庸像フィールドを決め、受信した像フィールドがムービーから生じた場合には、異なる像フレームに属する2つのフィールドを具える受信した像フィールドの一つ置きの対に対してのみステップ(a)乃至(d)を実行することにより中庸像フィールドを決めるようにしたことを特徴とする請求項1～18の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項20】 受信した像フィールドシーケンスがビデオカメラから、またはムービーから生じたものとするによって、各現在の受信した像フィールドに対して前に受信した像フィールドと現在受信した像フィールドとの間の像ブロックの移動を記述する予測動きベクトルの現在の蓄積値 (Ac) を評価し、前に受信した像フィールドおよびさらに前に受信した像フィールド間の像ブロックの動き記述する予測動きベクトルの現在の蓄積値 (Ac) と前に蓄積された値 (Ap) との間の現在の比 ($|Ac/Ap|$) を評価し、この現在の比の値に基づき受信した像フィールドシーケンスがムービーから生じたものとする場合には現在受信した像フィールドの前の3つの以前に受信した像フィールドに関連する前の比の値、および現在受信した像フィールドのバリティーを決めるようにしたことを特徴とする請求項19に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法。

【請求項21】 前のおよび後の像フィールドの探索区域を作成する前のおよび後の像フィールドの像素子を蓄積する像素子蓄積手段 ($BUF1, BUF2$) と；この蓄積手段の選択された像素子をアドレス指定するアドレス指定手段 ($ADDGEN$) と；この予測動きベクトルを蓄積する動きベクトル蓄積手段 ($VMEM$) と；前記蓄積手段によって供給され、予測動きベクトル ($P[i]$) に関連する誤り関数 ($err[i]$) を評価する第1計算手段 ($SAD1$) と；この第1計算手段および前記動きベクトル蓄積手段により供給

され、前記ファジールールを予測動きベクトル (P[i]) の各対および前記関連する誤り関数の値に適用することにより最良の予測動きベクトル (P[min]) を決めるファジー計算ユニット (FUZZY) と; 前記蓄積手段により供給され、前記予測動きベクトルにより関連する前記前のおよび後の像フィールドに2つの関連する像素子を補間することによって像ブロック (K(x,y)) の各像素子を決めルール補間手段 (INT) とを具えることを特徴とする請求項1~20の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を実行するに好適な装置。

【請求項22】 前記ファジー計算ユニット (FUZZY) は、前記予測動きベクトル (P[i]) の各対の等質性 (H(i,j)) の度合を評価する等質性評価器 (HE) と; 等質性の度合により供給され、第1ファジー集合“ハイ”に対する等質性の度合のメンバーシップの程度を決める第1メンバーシップ評価器 (M1) と; 前記誤り関数 (err[i]) によって供給され、ファジー集合“スモール”に対する誤り関数 (err) のメンバーシップの程度を決める第2メンバーシップ評価器 (M2) と; 第1および第2メンバーシップ評価器によって供給され、ファジールールの起動レベル (r[k]) を決める第1ルール計算ユニット (RC1) と; この第1ルール計算ユニットによって供給され、最高の起動レベル (r[opt]) を有するファジールールを決めるルール選択器 (RS) と; このルール選択器および予測動きベクトル (P[i]) によって供給され、最良の予測動きベクトル (P[min]) を決めるベクトル選択器 (VS) とを具えることを特徴とする請求項21に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を実行する装置。

【請求項23】 前記ファジー計算ユニット (FUZZY) は、さらに、誤り関数値 (err[i]) により供給され、第2ファジー集合“ハイ”に対する誤り関数値のメンバーシップの程度を決める第3メンバーシップ評価器 (M3) と; 前記最良の予測動きベクトル (P[min]) により供給され、2つの座標軸 (x,y) に夫々沿って予測動きベクトルの拡張の目安を提供する第1値 (UP(x)) および第2値 (UP(y)) を決める拡張評価器と; 第3ファジー集合“ハイ”に対する前記第1値および第2値のメンバーシップの程度を決める第4メンバーシップ評価器 (M4) と; 前記第3および第4のメンバーシップ評価器 (M3,M4) によって供給され、他のファジールールの活動レベルを決める第2ルール計算ユニット (RC2) と; 前記ルール選択器 (RS)、前記ベクトル選択器 (VS) および前記第2ルール計算ユニット (RC2) により供給され、前記候補予測動きベクトル (C) を決めるようにしたことを特徴とする請求項22に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を実行する装置。

【請求項24】 前記ファジー計算ユニット (FUZZY) によって供給され、更新動きベクトル (Vu[1]-Vu[8])、

を得るための一組の更新を前記候補予測動きベクトル (C) に供給するベクトル更新ブロック (CBUILD) と; 前記更新動きベクトルに関連する誤り関数を評価する第2計算手段 (SAD2) と; 前記計算ユニットによって供給され、最小の関連誤り関数を有する更新動きベクトルを決める候補選択器 (CSEL) とをさらに具えることを特徴とする請求項23に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を実行する装置。

【請求項25】 前記ベクトル更新ブロック (CBUILD) は、前記候補予測動きベクトル (C) の前記座標軸 (x,y) に沿う構成素子 (Cx,Cy) を決めるベクトル構成素子分割器 (SP) と; 前記候補予測動きベクトルの各構成素子に各更新値を夫々加算する第1及び第2加算器 (ADD1,ADD2) と; これら構成素子を共に併合するベクトル構成素子併合器 (MC) とを具えることを特徴とする請求項24に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を実行する装置。

【請求項26】 受信した像フィールドシーケンス (O₀,E₀,O₁) がビデオカメラから生じたか、またはムービーから生じたかを決める検出手段 (FMDET) をさらに具えることを特徴とする請求項21~25の何れかの項に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を実行する装置。

【請求項27】 前記検出手段 (FMDET) は、前に受信した像フィールドおよび現在受信した像フィールド間の像ブロックの動きを記述する予測動きベクトルの現在の蓄積値 (Ac) を計算するベクトル蓄積手段 (VACC) と; さらに前に受信した像フィールドおよび前に受信した像フィールド間の像ブロックの動きを記述する予測動きベクトルの前に蓄積した値 (Ap) を蓄積する第1レジスタ (DELAY) と; 現在の蓄積値 (Ac) と前に蓄積された値 (Ap) との間の現在の比 (|Ac/Ap|) を評価する分割手段 (DIV) と; 現在受信した像フィールドの前の3つの以前に受信した像フィールドに関連する前の比の値を蓄積する第2レジスタ (R) と; この現在の比の値に基づき受信した像フィールドシーケンスがムービーから生じたものとする場合には現在受信した像フィールドの前の3つの以前に受信した像フィールドに関連する前の比の値、および現在受信した像フィールドのバリティーを決める手段 (QMP,LC) とを具えることを特徴とする請求項26に記載のビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を実行する装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はビデオ用の動き予測兼補償フィールドレートアップ変換 (FRU) 方法、およびかかる方法を実行する装置、特にいわゆる“ブロック整合技術”に基づく方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 100Hz 陰極線管 (CRT) に基づく高品位

TV受像機の市場導入には、大面積フリッカーおよびラインフリッカーのようなアーティファクトを除去するために、信頼し得るフィールドレートアップ変換 (FRU) を開発することが要求される。

【0003】フィールドレートアップ変換 (FRU) の方法 (以下、“標準FRU 方法”と称する) は既知である。この方法は順次の像フィールドで動く物体の動きの予測および補償を行う事なく、CRT に表示すべき消失像物体の補間を行うものである。

【0004】この標準FRU 方法は像の品質を改善する際におよび大面積フリッカーおよびラインフリッカーのようなアーティファクトを除去する際に満足すべきものである。しかし、FRU を標準方法によって実施する際、表示された像に新たなアーティファクトが現われ得ようになる。特に、像がサブタイトルのような動く物体を含む場合には、動きジャダが導入されるようになる。實際上、補間アルゴリズムは物体の動きを検出することはできず、これは動く物体が間違った位置に表示される補間フィールドに導かれるようになる。

【0005】この問題は、元の (即ち、伝送され、受信された) 像フィールドにおける動く物体 (白色正方形) の動く軌跡を直線として示す図1を参照して良好に理解される。標準FRU 方法によって補間から (即ち、動き予測および補償を行うことなく) 消失フィールドが補充される場合には、補間フィールドの動く物体 (濃灰正方形) の位置は観測者 (点線正方形) によって期待されたものとはならない。

【0006】斯かるアーティファクトは可視状態にあり、これによって迅速に動く物体のぼけ効果が誘導され、これによって表示された像の品質を著しく低減し得るようになる。

【0007】斯かるぼけ効果を除去するとともにアーティファクトを低減するために、像フィールドの動く物体の動き予測兼補償を行い得るFRU 方法が提案されている。従って、斯かる動きおよび補償によって受信した像フィールドの動く部分を検出するとともに予測された動きに従って消失したフィールドを補間する。

【0008】連続像フィールドにおける物体の動きはいわゆる“動きベクトル”によって表わすことができる。図2につき動く物体を含む像を考察する。2つの連続受信像フィールド間で動く物体は、その位置を変化する。例えば、物体MOは前のフィールド (フィールドT) では位置Aにあり、現在のフィールド (フィールドT+1) では位置Bにある。従って、動きは前のフィールドから現在のフィールドまでであり、この動きを動きベクトルと称されるベクトルABによって表わすことができる。

【0009】この動きベクトルABは物体MOの前のフィールドの位置Aから現在のフィールドの位置Bまでの動きを表わす。即ち、前の位置Aから出発し、物体MO

に動きベクトルABを与えると、この物体MOは現在のフィールドの位置Bに平行移動する。補間する必要のある消失フィールド (フィールドT+1/2) における物体MOの位置Iは、動く物体MOの各位置AおよびBを考慮して、前のフィールドと現在のフィールドとの補間を行うことによって計算することができる。物体MOが前のフィールドと現在のフィールドとの間で位置を変化しない場合には、(即ち、AおよびBが同一である場合には)、消失フィールドの位置IはAを動きベクトルIAB/2で並進させることによって得ることができる。斯様にしてぼけ効果を防止することができるとともに消失フィールドを正しい位置にある動く物体で補間することができる。

【0010】理論的には、1フィールドの各画素に対して関連する動きベクトルを計算することができる。しかし、この場合には計算の回数が著しく増大し、記憶素子を必要とする。実際には、像の物体の寸法が常時画素の寸法よりも大きいものとする、この像フィールドは像ブロックIB (図3) に分割し、各ブロックに対する動きベクトルを計算する。画素によるブロックの寸法は一般に経験的に選定する。1フィールドにおける1ブロックの位置はこのフィールドにおけるこのブロックの最初の画素 (上部左側) の座標によって識別する。

【0011】通常行われる他の仮定は各ブロックの動きが小さく、並進的となることである。一般に、この方法によれば2の連続像フィールド間の動きベクトルを検出するとともにブロックの新たな位置に従って消失フィールドを補間することができる。

【0012】図4に示すように、マトリックスMV (動きベクトル) は像フィールドのブロックのパターンに関連する。このマトリックスMVはパターンの各ブロックの動きベクトルを含む。アルゴリズムの実現を簡単化するために、マトリックスMVの動きベクトルは消失フィールドのブロックの動きベクトルに相当する。前以て決められた位置x,y (ここにxおよびyはブロックの上部左側の座標) を有する消失フィールドの各ブロックK(x,y)に対して、これらは動きベクトルに相当する。消失フィールドのブロックの位置は前のフィールドの関連ブロックB1の位置と現在のフィールドの関連ブロックB2の位置との間の中間にあり、これらブロックB1およびB2はマトリックスMVの動きベクトルによって関連付けられる。

【0013】マトリックスの動きベクトルの位置およびこの動きベクトルの値によってマトリックスMVを走査することにより、前のフィールドおよび現在のフィールドにおける動きを適用する必要のあるこれらブロックB1およびB2の位置を容易に得ることができる。

【0014】補間すべき消失フィールドの総称ブロックK(x,y) (ここに(x,y) はブロックKの位置を確認する座標) を考慮するに、マトリックスMVの対応ベクトルは

10

20

30

40

50

ベクトル $V(dx, dy)$ であり、前のおよび現在のフィールドの対応ブロック $B1$ 、 $B2$ は次に示す位置にある。

前のフィールド： $B1(x-dx; y-dy)$;

現在のフィールド： $B2(x-dx; y+dy)$ (1)

【0015】これがため、動きベクトルのマトリックス MV が一旦確立されると、連続像フィールド間の各ブロックの動きが決まり、消失フィールドを正しい位置のブロックで補間することができる。

【0016】動きベクトルのマトリックス MV を確立するために、像ブロックを上部左側の画素から出発して底部右側の画素に向かって下方に走査する。いわゆる「ブロック整合」技術に従って、各像ブロックに対しては、ある隣接ブロックをその各動きベクトルと相俟って考察し；像ブロックの走査シーケンスにおける試験のもとでブロックに先行するこれら隣接ブロックに対しては、既に計算された動きベクトルを用い；走査シーケンスの考察のもとでブロックを後続するこれら隣接ブロックに対しては、前に計算され且つ蓄積されたマトリックス MV の動きベクトルを使用する。上記考察のもとで、ブロックに関連する動きベクトルを隣接ブロックの動きベクトルに基づき計算する。

【0017】斯かる方法は巡回アルゴリズムを含み、この方法の性能、従って表示された像の結果は隣接ブロックの選択に依存するとともにブロックの動きベクトルが隣接ブロックの動きベクトルから出発して計算される方法に依存する。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は上述した点に関連する鑑みなされたもので、動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法を提供せんとするにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、本発明は、ビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換するに当たり、次のステップ：

a) 補間すべき像フィールドを各々がその画素子の各組より成る複数の像ブロックに分割し、

b) 前記複数の像ブロックの少なくともサブ複数の各像ブロックに対して隣接像ブロックの群を考慮し、

c) 前記隣接像ブロックの群に関連する予測動きベクトルに基づき、その間に補間すべき像フィールドを具える前の像フィールドから後の像フィールドまでの像ブロックの動きを記述する像ブロックに対する予測動きベクトルを決め、

d) 前記予測動きベクトルによって関連する前記前の像フィールドおよび後の像フィールドに2つの関連する画素子を補間することにより像ブロックの各画素子を決めるようにしたビデオ用動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法において、前記ステップc)は：

c1) 前記像ブロックに前記予測動きベクトルの各々を

供給して前記前の像フィールドおよび後の像フィールドに夫々関連する像ブロックの各対を決め、

c2) 前記関連する像ブロックの前記対の各々に対し、前記関連する像ブロックの前記対の関連する画素子間の輝度絶対差の和(SAD)である誤り関数を評価し、

c3) 前記予測動きベクトルの各対に対し、等質性の度合を評価し、

c4) 前記予測動きベクトルの各対に対し、その等質性の度合が高くなればなる程および前記予測動きベクトルの対の前記誤り関数が小さくなればなる程高くなる起動レベルを有するファジールールを適用し、

c5) 最高の起動レベルを有するファジールールを決めるとともに小さな誤り関数を有する最適ファジールールに関連する対の最良の予測動きベクトルを決め、

c6) 前記最良の予測動きベクトルに基づき、像ブロックの前記予測動きベクトルを決めるステップを具えるようにしたことを特徴とする。

【0020】また、本発明は、前のおよび後の像フィールドの探索区域を作成する前のおよび後の像フィールドの画素子を蓄積する画素子蓄積手段と；この蓄積手段の選択された画素子をアドレス指定するアドレス指定手段と；この予測動きベクトルを蓄積する動きベクトル蓄積手段と；前記蓄積手段によって供給され、予測動きベクトルに関連する誤り関数を評価する第1計算手段と；この第1計算手段および前記動きベクトル蓄積手段により供給され、前記ファジールールを予測動きベクトルの各対および前記関連する誤り関数の値に適用することにより最良の予測動きベクトルを決めるファジー計算ユニットと；前記蓄積手段により供給され、前記予測動きベクトルにより関連する前記前のおよび後の像フィールドに2つの関連する画素子を補間することによって像ブロックの各画素子を決めルール補間手段とを具えることを特徴とする。

【0021】

【実施例】図3につき説明したように、実行すべき計算を妥当な数に保持するために、各像フィールドを等しい大きさの像ブロック $1B$ に分割する。前述したように、各ブロック $1B$ の大きさは実験により決める；即ち、好適な大きさは(奇数ラインおよび偶数ラインの双方を含む)像フレームの 8×8 画素、即ち、(奇数ラインおよび偶数ラインの双方を含む)像フィールドの 4×8 画素とする必要がある。斯かる大きさとする事により、像フィールド当たりのブロックの数は

$(288/4) \times (720/8) = 72 \times 90$ ブロックとする。ここに、288は標準インターレース走査におけるラインの数、720は1フィールドの行の数とする。

【0022】好適には、計算および必要なメモリの数をさらに減少させるために、像フィールドの全部のブロックに対する動きベクトルを評価する代わりに、図5に示

す2つのいわゆる“5の目型サブサンプリングパターン”Q1、Q2の一方あるいは他方に属するブロックのみを考慮する。フィールドを2つの5の目型パターンに分割することにより計算速度もほぼ1/2とすることができる。しかし、これは制限特徴とする見なされないと明らかである。その理由はフィールドのブロックの全部を考慮することができるからである。

【0023】図6に示すように、選択された5の目型パターンの各ジェネリックブロックK(x,y)に対しては、4つの隣接ブロックNB[0]-NB[3]をその関連する動きベクトルP[0]-P[3]（“予測動きベクトル”）と相俟って考慮する。経験的には、最良の選択が2つの対角線方向の最も近いブロックを含むことは確証されている；この選択も像フィールドのブロックの5の目型サブサンプリングと相俟って両立可能とする。像ブロック走査シーケンスのブロックK(x,y)の前の2のブロックNB[0], NB[1]に対しては、動きベクトルの値P[0]およびP[1]は既に計算された、且つ、現在の動きベクトルマトリックスで得ることができるが、ブロックK(x,y)の後のブロックNB[2], *

$$\begin{aligned} \text{err}[i] &= \text{SAD}(X, Y, P[i]) = \\ &= \sum_{\substack{x=0;7 \\ y=0;7}} |\text{lum}(X+x, Y+y, t-1) - \text{lum}(X+dx+x, Y+dy+y, t)| \end{aligned}$$

ここに、X、Yは前のフィールドで見いだしたブロックの上部-左側画素の座標；lum(x,y,t)は現在のフィールド（tの代わりにt-1の場合には前のフィールド）の位置(x,y)における画素の輝度；P[i]は座標(dx,dy)の動きベクトルである。

【0026】斯様にして、各予測動きベクトルP[i]に対して4つの誤り値err[i]が得られる。座標軸x,yに沿うジェネリック予測動きベクトルP[i]のコンポーネントを夫々P[i]xおよびP[i]yと称する。

【0027】各像フィールドは像フレーム（インターレース伝送方式）の奇数ラインまたは偶数ラインのいずれかを含み、前のフィールドおよび現在のフィールドの関連するブロックはすべての像ラインを含まない；例えば、前のフィールドが奇数フィールドであるが、現在のフィールドが偶数フィールドである場合には、前のフィールドのブロックは奇数ラインのみを含み、現在のフィールドの関連するブロックは偶数ラインのみを含む。動きベクトルの任意の値に対して誤り関数err[i]を計算するためには、前のフィールドおよび現在のフィールドの関連するブロックに奇数ラインおよび偶数ラインの双方を含ませるようにする必要がある。

【0028】アルゴリズムによって、各ブロックの第1ラインのパリティに依存する誤り関数err[i]の計算に必要なブロックの消失ラインを補間する。動きベクトルのy成分が常時偶数であるものとする、前のフィールドの1部の第1画素および現在のフィールドの関連するブロックの第1画素は同一のラインパリティを有する像ラ

*NB[3]に対しては、動きベクトルP[2]およびP[3]の値は以前に計算され且つ蓄積された前の動きベクトルマトリックスから抽出する。

【0024】次いで、4つの動きベクトルP[0]-P[3]は各々はブロックK(x,y)に供給する。斯様にして、各動きベクトルP[0]-P[3]に対しては、現在のフィールドおよび前のフィールドの夫々2つの対応ブロックを上記式(1)に従って決めるようにする。従って、4対のブロックが決まる。

10 【0025】動きベクトルP[i] (i ∈ [0;3]) の1つが試験によりブロックK(x,y)に対する最良の方向であることを決めるために、前のフィールドおよび後のフィールドで得られた関連するブロックの各対に対して、誤り関数err[i]を計算する。この誤り関数err[i]は、次式で示すように、前のフィールドおよび後のフィールドの2つの関連するブロック間で、画素対画素で、輝度絶対差の和（SAD）である。

【数1】

インに属するようになる。

【0029】一方の場合のみが示され、他方の場合が明らかに対照となる図7を参照し、各像ブロックにおいて、2つのラインに1つのラインを補間する必要がある。補間を行うためには、メディアンフィルタを用いるのが有利であり、従って、ブロックの消失ラインに属する画素は次式で与えられる。

$$Px3 = \text{MED}(Px1, Px2, Px4)$$

【0030】補間すべき画素をブロックの第1ラインまたは最終ラインに置く場合には、図7の画素Px6と同様に、直前の画素を用いて（これが可能であれば、ラインの繰返しを用いることができる）この補間を管理することができ、その結果を次式で表わすことができる。 Px6 = MED(Px4, Px5, Px1)

40 【0031】この補間は動きベクトルに依存すること明らかであり、實際上、前のフィールドのブロックの消失画素Px3の値を動きベクトルP[i]の適用で得られた現在のフィールドの関連するブロックの得られる画素Px4の値を用いて補間する。斯様にして、補間の品質を大きく改善する。

【0032】各予測動きベクトルP[i]に対して、前のフィールドおよび現在のフィールドの2つの関連するブロックが決まり、2つの関連するブロックの各々の消失ラインが補間され、従って、関連する誤り関数err[i]が評価される。

50 【0033】4つの予測動きベクトルP[i]の1つが前のフィールドおよび現在のフィールド間でブロックK(x,y)

の動きに最良に適合することを確認するために、誤り関数 $err[i]$ の値と、異なる予測動きベクトル $P[i]$ および $P[j]$ ($i, j \in [0; 3]$ および $i \neq j$) の各対間の“等質性の度合”との双方を解析する。この目的のために、本発明によれば、予測動きベクトル $P[i], P[j]$ の各対に次に示すようなファジールールを適用してファジー計算を行う。“ベクトル $P[i], P[j]$ が等質性であって、誤り $err[i]$ が小さく、誤り $err[j]$ が小さい場合には、この関数は高くなる。”予測動きベクトルの6つの異なる対が存在する場合には、6つのファジールールの全部を評価する必要がある。

【0034】2つの異なる予測動きベクトル間の等質性の度合をテストするために、次式で示される等質性の値 $H(i, j)$ をまず最初計算する。

$$H(i, j) = |P[i]x - P[j]x| + |P[i]y - P[j]y|$$

【0035】図8に示されるようなメンバーシップ関数を等質性の値 $H(i, j)$ に適用してファジー変数 $h(i, j)$ を得、その値によってファジー集合“等質性”に対する等質性 $H(i, j)$ の値のメンバーシップの度合を示す。図8において、 $H1$ は7乃至14間の好適な値とすること

【0036】同様に、図9に示されるようなメンバーシップ関数を誤り関数 $err[i]$ の値に適用してファジー変数 $e(i)$ を得、その値はファジー集合“スモール”に対する誤り関数 $err[i]$ の値のメンバーシップの度合を示す。図9において、 $err1$ は40乃至70間の好適な値とし、 $err2$ は180乃至200間の好適な値とする。

【0037】6つのファジールールの各々によって次に示す値（ファジールールの起動レベル） $r[k]$ ($k \in [0; 5]$) を得る。

$$r[k] = \min(h(i, j), e(i), e(j))$$

さらに、他の（7番目）ファジールールを評価する。“全部の $err[i]$ 値が高く、 $P[0]$ および $P[1]$ が高い場合には、この関数は高くなる。”

【0038】まず最初、次の値を計算する。

$$UP(x) = |P[0]x + P[1]x|; UP(y) = |P[0]y + P[1]y|$$

【0039】次いで、図10に示されるようなメンバーシップ関数を $UP(x)$ および $UP(y)$ の値に適用して第1ファジー集合“ハイ”に対する値 $UP(x)$ および $UP(y)$ のメンバーシップの度合を示す2つのファジー変数 $up(x)$ および $up(y)$ を得る。図10において、 $UP1$ は4乃至9間の好適な値とし、 $UP2$ は12乃至20間の好適な値とする。

【0040】最後に、図11に示されるようなメンバーシップ関数を誤り関数 $err[i]$ の値に適用してファジー変数 $e'(i)$ を得、その値は第2ファジー集合“ハイ”に対する誤り関数 $err[i]$ の値のメンバーシップの度合を示す。図11において、 $err3$ は280乃至320間の好適な値とし、 $err4$ は380乃至420間の好適な値とする。

【0041】第7ファジールールの値（起動レベル） r

【6】は次式により得ることができる。

$$r[6] = \min\{e'(0), e'(1), e'(2), e'(3), up(x), up(y)\}$$

【0042】値 $r[k]$ ($k \in [0; 5]$) および $r[6]$ の意味について以下に述べる。各 $k \in [0; 5]$ に対しては、予測動きベクトル $P[i], P[j]$ の対に関連する誤り関数 $err[i], err[j]$ の対の値が小さければ小さい程、および2つの連続動きベクトル $P[i], P[j]$ 間の差が小さければ小さい程、起動レベルの値 $r[k]$ が高くなる。換言すれば、関連するファジールールの起動レベル $r[k]$ は、前のフィールドおよび現在のフィールドにおける関連するブロックの画素の絶対輝度差の和（SAD）に依存し、しかも、動きベクトルの等質性の度合にも依存する。

【0043】値 $r[6]$ に関しては、4つの予測動きベクトルに関する4つの誤り関数 $err[i]$ の値が高ければ高い程、および予測動きベクトル $P[0]$ および $P[1]$ が大きければ大きい程、値 $r[6]$ が高くなる。第7ファジールールは状況が不確定となればなる程高くなる、即ち、動きが大きい（ $P[0]$ および $P[1]$ が高い）起動レベル $r[6]$ を有するが、4つの予測動きベクトルの何れもブロック $K(x, y)$ への適用時誤り関数によって良好な結果が得られない。

【0044】関数 $r[k]$ ($k \in [0; 5]$) が最高の値を有する予測動きベクトル $P[i]$ および $P[j]$ の対、（即ち、関連するファジールールが最初の6ファジールール間で最高の起動レベルを有する動きベクトルの対）を選定する。この際 $r[opt]$ は値 $r[0]-r[5]$ 間の最高の値を示す。このファジールールに関する2つの予測ベクトル $P[i]$ および $P[j]$ のうち、関連する誤り関数 $err[i], err[j]$ の値が最小となる予測ベクトルを $P[min]$ と称する。

【0045】次いで、候補動きベクトル C を次のアルゴリズムに従って計算する。 $r[opt] + r[6] \geq R_{th}$ とする場合（ここに R_{th} は予測起動レベル閾値である）には、候補動きベクトル C は次式で示す成分を有する。

【数2】

$$Cx = \frac{P[min]_x \times r[opt]}{r[opt] + r[6]}$$

$$Cy = \frac{P[min]_y \times r[opt]}{r[opt] + r[6]}$$

【0046】ベクトル C の成分 Cx および Cy は夫々最初の6つのファジールール（ $r[opt]$ ）の最も起動しているファジールールの、および7番目のファジールール（ $r[6]$ ）の各起動レベルに依存する重み付きファクタだけ乗算された $P[min]_x$ および $P[min]_y$ に等しい。最良の動きベクトルの選定に関して不確定の状況のもとでは、ベクトル 0 が好適である。これらの重み付き成分のため、ベクトル C の値は種々のベクトルの特性に依存する。これは成分が、予測動きベクトルの等質性と、4つの予測動きベクトルによって得られる関連するブロックの対間の誤りととの双方に依存することを意味する。

【0047】或は又、 $r[opt]+r[6]<R_{th}$ の場合には、即ち、ファジールールが何れも充分に起動されない場合には、候補ベクトルCを、誤り関数 $err[i]$ が最小となる予測動きベクトル $P[i]$ に等しくする。これは、誤り $err[i]$ が大きすぎ、従って、ベクトルが等質性とならない場合に最小誤り関数値を有する予測動きベクトルがブロック $K(x,y)$ の候補動きベクトルとして直接選択されることを意味する。その理由はその成分の重みが信頼し得ないからである。

【0048】予測起動レベル閾値 R_{th} の好適な値は実験上に0.1に決めることができる。斯くして計算されたベクトルCは実験によりブロック $K(x,y)$ の候補動きベクトルである。このベクトルはブロック $K(x,y)$ に関連する位置で動きベクトルマトリックスMVに蓄積することができる。

【0049】しかし、ブロック $K(x,y)$ の動きの予測を改善するために、小さな摂動(“更新”)を候補動きベクトルCに適用して更新動きベクトルを得る；各更新動きベクトルは前のフィールドおよび現在のフィールドの2の関連ブロックを区別する；更新動きベクトルに関連する誤り関数は予測動きベクトル $P[i]$ につき説明した所と同様に計算することができる。

【0050】候補動きベクトルCに適用された更新は次の通りである。まず最初、4つの更新の次に示す集合をベクトルCの成分 Cx および Cy に常時適用する。

【数3】

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

【0051】従って、4つの更新ベクトル $Vu[1]-Vu[4]$ が得られるとともにこれらベクトルの各々に対して予測動きベクトル $P[i]$ につき説明した所と同様に評価する。次いで、実験によりブロック $K(x,y)$ に依存して、4つの更新の次に示す集合をベクトルの一方あるいは他方を候補動きベクトルCに交互に適用する。

【数4】

$$\begin{bmatrix} 4 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ -4 \\ 0 \\ -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -2 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 又 } \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \\ 0 \\ 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ -10 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -4 \end{bmatrix}$$

【0052】再び、4つの更新ベクトル $Vu[5]-Vu[8]$ が得られるとともに各ベクトルの各々に対して関連する誤り関数 err が評価される。図面から明らかなように、各更新によってベクトルCの成分 Cx および Cy のひとつのみを更新する。斯様にして、各ブロックに対して、各々が各更新ベクトル $Vu[1]-Vu[8]$ に相当する8つの新たな誤り関数値が得られるようにする。次いで、値が更新の値に依存するペナルティ値を更新ベクトルの誤り関数の値に加算する。

【0053】この目的のために、ベクトルCの成分 Cx および Cy を試験する。更新を大きな値のベクトルCの成分

に加える場合には、この更新ベクトルに関連する誤り関数値に第1ペナルティ値 $PEN1$ を加算する。更新を小さな値のベクトルCの成分に加える場合には、この更新ベクトルに関連する誤り関数値に第2ペナルティ値 $PEN2$ を加算し、この際 $PEN2>PEN1$ とする。 $PEN1$ および $PEN2$ に対する好適な値が夫々76および228であることを実験により確かめた。斯様にして、ベクトルCの方向から一層異なる方向を有する更新ベクトルは行うべき選択に幾分不利となる。

【0054】各ペナルティ値を加えた更新ベクトルの誤り関数は8つの動きベクトルに関連する1組で8個の誤り関数を構成する。最小の誤り関数値を提供する更新された動きベクトルは上述した考察の元でブロック $K(x,y)$ の動きベクトルとして選択する。再び、この動きベクトルに対しては、上記式(1)に従って決められた前のフィールドの1つのブロック及び現在のフィールドの1つのブロックが関連する。

【0055】上述した所では、ジェネリック像ブロックの動きベクトルを予測する手段が記載されている。補間すべき消失像フィールドの像ブロックすべてがこの計算に委ねられている場合には、動きベクトルマトリックスMVが確立される。しかし、前述したように、計算の回数を減少するに好適な手段は1フィールドの像ブロックのサブセット(副集合)のみ、即ち、図5に示される2つの5の目型パターン $Q1, Q2$ の一方または他方のいずれかに属するこれらブロックのみの動きベクトルを予測することであり、像ブロックの1/2のみの動きベクトルを前述したアルゴリズムに従って実際に予測する。残りの像ブロックの動きベクトルは補間する必要がある。この補間に対してはメディアンフィルタを用いる。

【0056】動きベクトルマトリックスMVの一部分を表わす図12において、白色正方形は前述したアルゴリズムによって計算された動きベクトルを示すが、陰影付きブロックは補間すべき動きベクトルを表わす。動きベクトルWを補間する必要がある場合には、前述したアルゴリズムによって予測された4つのもっとも近い動きベクトル $V1-V4$ を考察する。ベクトルWの成分 wx および wy は次に示すように補間する。

【数5】

$$Wx = \text{Med}\left(\frac{V1x + V2x}{2}, V3x, V4x\right)$$

$$Wy = \text{Med}\left(\frac{V1y + V2y}{2}, V3y, V4y\right)$$

【0057】斯様にして、動きベクトルマトリックスMVを完成させることができる。各像ブロックに対しては、前述したアルゴリズムによって予測された、または補間されたマトリックスに関連する動きベクトルを設ける。動きベクトルマトリックスを用いて後述するアルゴリズムに従って像ブロックの動きを考慮して消失像フィールドを補間することができる。

【0058】しかし、動きベクトルフィールドの同一性を最大とするために、動きベクトルフィールドの続く“エローション”処理（即ち、マトリックスMVのすべての動きベクトル）を消失フィールドの実際の補間前に実施する。動きベクトルマトリックスの内側においては図13に示すものと同様のベクトルのパターンを考察する。

【0059】かかるパターンの中心のベクトルEを考察するに、関連する像ブロックは4つの等しいサブブロック（図14）に分割する。このブロックの各サブブロックに対しては、各動きベクトル $\{E_{-1, \dots}, E_{1, \dots}\}$ はベクトルEおよび最も近い隣接ベクトル $\{V_a, V_b, V_c, V_d\}$ により達成されたメディアンフィルタ処理に従って決め、最良の整合ベクトルをできるだけ有するようにする。斯様にして、4倍以上の素子を有する新たな（“エローデッド”）ベクトルマトリックスが得られる。4つのサブベクトル $\{E_{-1, \dots}, \dots, E_{1, \dots}\}$ は次表に示すように決める。

【表1】

サブブロック	ベクトル
$E_{-1, \dots}$	$MED(V_a, V_c, E)$
$E_{1, \dots}$	$MED(V_a, V_d, E)$
$E_{-1, \dots}$	$MED(V_b, V_c, E)$
$E_{1, \dots}$	$MED(V_b, V_d, E)$

【0060】蓄積された4倍以上の素子を有する新たな動きベクトルは画像の動きに良好に適合する動きベクトルを含む。

【0061】消失フィールドの種々の異なるブロックマトリックスの動きベクトルを適合させることにより、前のフィールドおよび現在のフィールドの関連するブロックを決めることができる。現在のフィールドの各画素に対し、現在のフィールドの画素を前のフィールドの関連する画素に結合する動きベクトルを対応させる。

【0062】前述したように、前のフィールドおよび現在のフィールドは1つの像フレームのラインの1/2のみを含む；例えば、前のフィールドは奇数ラインを含み、現在のフィールドは偶数ラインを含む。各フィールドの消失ラインは動きベクトルに基づき、誤り関数の評価を行う際にブロックの消失画素を補間する端面に用いた所と同様に補間することができる。これがため、2つのフィールド像フレームのラインの総てを含む進行フィールドに変換される。

【0063】消失フィールドの画素を補間するために、次の手続処理を用いる。図15によれば、補間すべき消失フィールド（図のフィールドT+1/2）の各画素に動きベクトルを割当てて画素PX_iが属する像ブロック（一層精密には、サブブロック）をチェックする。この動きベクトルによってそれぞれPX_aおよびP

X_bとして示される前のフィールドおよび現在のフィールドに属する2つの関連する画素を特定する。

【0064】画素PX_iの値は画素PX_aおよびPX_bの平均値に基づき決めることができる。即ち、 $PX_i = (PX_a + PX_b) / 2$

【0065】次の補間法に従う場合には、良好な結果を得ることができる。図15において、画素PX_iの位置と零交差する動きベクトルによって前のフィールドおよび現在のフィールドで特定できる画素はPX_{a0}, PX_{b0}である。画素PX_iの値は次のメディアンフィルタ処理を行うことによって決まる。

【数6】

$$PX_i = MED\left(\frac{PX_{a0} + PX_{b0}}{2}, PX_a, PX_b\right)$$

【0066】フィールドを受信する順序、元のフィールドおよび補間されたフィールドを出力する方法について考察する。フィールドローレートアップ変換（FRU）によって元のフィールドローレートよりも2倍多いフィールドを出力する。順序は次の通りである。

20 入力フィールドシーケンス： O_0, E_0, O_1, \dots

出力フィールドシーケンス： $O_0, E_{i_{e0}}, O_{i_{e0}}, E_{i_{e0}}, O_1, \dots$

ここに：

O_0 ： 奇数像ラインを含む元の奇数フィールド

E_0 ： 偶数像ラインを含む元の偶数フィールド

$O_{i_{e0}}$ ： E_0 の際に元の偶数フィールドの奇数補間ラインを含む補間偶数フィールド

$E_{i_{e0}}$ ： O_0 および E_0 間の偶数補間ラインを含む補間偶数フィールド

30 $E_{i_{e0}}$ ： E_0 および O_0 間の偶数補間ラインを含む補間偶数フィールド

【0067】元の奇数フィールドは何ら変化することなく出力される。フィールド $E_{i_{e0}}$ および $E_{i_{e0}}$ は夫々フィールド O_0 および E_0 、並びに E_0 および O_0 間の物体の動きを考慮して、前述したアルゴリズムに従って補間する。

【0068】フィールド $O_{i_{e0}}$ を補間するために、フィールド O_0 および E_0 間の動きを予測するために計算された動きベクトルフィールドは既に得られているため、フィールド E_0 で消失された奇数ラインの画素PXは画素PX₁, PX₂およびPX₃間の3点メディアンフィルタ処理によって計算する。ここにPX₁およびPX₂は消失画素PXを囲む現在のフィルタ E_0 の有効な画素であり、PX₃は画素PXに関連する動きベクトルによって位置決めされた前のフィールド O_0 の画素である（図16）。

【0069】上述した所までは、2つの隣接フィールド間の物体の動きが存在するものとした。これは像フィールドシーケンスがテレビジョンカメラから発生する際のケースである（カメラモード）。

【0070】しかし、像フィールドシーケンスがムービーから発生する場合には、2つの隣接フィールド間の動きは1対の像フレームにつき1回のみ発生する。これはムービー材を転送する際に付随する特定の処理に起因する。代表的には、1ムービーは1秒当たり24画像を含む。テレビジョン放送では、24画像/秒を25像/秒に変換する。インターレース走査では、各像フレームは2インターレース像フィールドを含む。従って、各ムービー画像は2像フィールドに変換される。2つのフィールドが同一のムービー画像から発生する場合には、2つのフィールド間には動き発生存在しない。動きは異なるムービー画像から発生するフィールド間のみ存在し、即ち、1対の像フレームにつき1回存在する。

【0071】前述した補間アルゴリズムが巡回するため、且つ、連続フィールド間に動きが存在しない際に、動きベクトルマトリックスが零ベクトルのみを含み、(次のムービー画像に属する)次のフィールドで動きを予測する必要がある場合には問題が生じる。その理由は予め動き予測された2つのフィールドの情報が欠けているからである。これがため、伝送された材料の型に従って消失フィールドの補間を行う必要がある。

【0072】適当な動きベクトル予測特性および補間フィールドの適当なシーケンスを選択するために、フィルムモードの検出器が必要となる。提案された解決策は各ベクトルマトリックスの動きベクトルを累積(即ち、加算)し、且つ2つの隣接フィールド間の累積値を比較することである。ApおよびAcが夫々前のフィールドおよび現在のフィールドに関連する累積動きベクトルであるものとして、ApおよびAc間の比(Ac/Ap)がほぼ1に等しいか、または2つの隣接フレームを考慮する際同一の傾向(常時増大または常時減少)にあるかと云う常規カメラモードが得られる。

【0073】レジスタRを用いて上記比Ac/Apに関連する適宜の値を記憶する。即ち、

R=0であれば、 $1-Th \leq |Ac/Ap| \leq 1+Th$

R=1であれば、 $|Ac/Ap| > 1+Th$

R=2であれば、 $|Ac/Ap| < 1-Th$

ここにThは適宜の閾値である。

【0074】カメラモードおよびフィルムモード間を識別するために、下記のルールを用いる。

1) $[1-Th \leq |Ac/Ap| \leq 1+Th]$ 及び $[R=0]$ となると、カメラモード

2) $[|Ac/Ap| < 1-Th]$ 及び $[R=1]$ 並びに [現在のフィールドパリティ=偶数] となると、フィルムモード(フェーズ0)

3) $[|Ac/Ap| > 1+Th]$ 及び $[R=2]$ 並びに [現在のフィールドパリティ=奇数] となると、フィルムモード(フェーズ0)

4) $[|Ac/Ap| > 1+Th]$ 及び $[R=2]$ 並びに [現在のフィールドパリティ=偶数] となると、フィルムモード(フェ

ーズ1)

5) $[|Ac/Ap| < 1-Th]$ 及び $[R=1]$ 並びに [現在のフィールドパリティ=奇数] となると、フィルムモード(フェーズ1)

6) さらにカメラモード

【0075】現在のフィールドパリティは考慮する必要がある。その理由は2つのムービー画像間の変化が次の奇数フィールドおよび前の偶数フィールド間か、次の偶数フィールドおよび前の奇数フィールド間かに発生し得るようになる。即ち、2つの異なるフィルムフェーズ(フェーズモード(フェーズ0)およびフィルムモード(フェーズ1))が存在する。カメラモードが検出されると、前述した補間アルゴリズムを実行する。異なるフィルムモードを検出すると、この方法によって(動きが像フレームの偶数フィールドおよび次のフレームの偶数フィールド間に存在するものとして)下記のフィールドシーケンスを出力する。

入力フィールドシーケンス: O_0, E_0, O_1, \dots

出力フィールドシーケンス: $O_0, E_0, O_{i_{e0}}, E_{i_{e0}}, O_1, \dots$

ここに:

O_0 : 元の奇数フィールド(奇数像ライン)

E_0 : 元の偶数フィールド(偶数像ライン、 O_0 に対し動きなし)

O_1 : 元の奇数フィールド(奇数像ライン次の像フレーム、 E_0 に対し動き)

$O_{i_{e0}}$: 補間奇数フィールド(奇数像ライン、 E_0 および O_0 間の動き補償)

$E_{i_{e0}}$: 補間偶数フィールド(偶数像ライン、 E_0 および O_0 間の動き補償)

【0076】前述した動き予測兼補償FRUを実現する装置のブロックダイアグラムを図17に示す。図において、PFおよびCFは前の像フィールドおよび現在の像フィールドの画素の流れを、各フィールドメモリ(図示せず)に受信し、蓄積するものとして夫々示す。PFおよびCFは、ブロック整合技術に従って、前の像フィールドおよび現在の像フィールドの部分("探索区域")を形成するに好適なバッファユニットBUF1およびBUF2に供給する。

【0077】ブロックBUF1およびBUF2に蓄積された画素をアドレス指定するアドレスを発生するアドレス発生器ブロックADDGENにより決まるバッファユニットBUF1およびBUF2の出力PFB、CFBによってバッファユニットBUF1およびBUF2ブロックSADIを供給し、これによって各ジェネリックブロックK(x,y)に対して4つの隣接ブロックNB[i]の4つの初期選択予測動きベクトルP[i]に関する4つの誤り関数err[i] ($i \in [0;3]$) の評価を行う。また、出力PFB、CFBによってブロックCBUILDによって計算された8つの更新ベクトルVu[1]-Vu[8]の集合に関連す

る8つの誤り関数 (err[i]) の評価を行う。

【0078】前述したアルゴリズムの特定の時宜を得た巡回アプローチのため、蓄積ユニットVMEMは双方共前のベクトルマトリックスおよび現在のベクトルマトリックスに属する既に予測された動きベクトルを蓄積する必要がある。

【0079】ブロックFUZZYの出力（即ち、候補動きベクトルC）によってブロックCBUILDを供給し、これにより更新の前述した集合を候補動きベクトルCの成分に供給して8つの更新動きベクトル $wu[1]-wu[8]$ を決めるようにする。

【0080】ブロックADDGENによって選択された動きベクトルにより位置決めされた適宜の像ブロックを決め、このブロックADDGENをブロックVPROCの出力およびブロックCBUILDの出力によって供給する。ブロックSAD2により評価された8つの更新動きベクトル $wu[1]-wu[8]$ に関連する誤り関数の値をブロックCSELに供給し、これにより前述したアルゴリズムに従って、8つの更新ベクトル $wu[1]-wu[8]$ の間で、現在の像ブロック $K(x,y)$ に関連すべき（関連する誤り関数を有する）動きベクトルを、予測動きベクトルとして選択する。次いで、このベクトルをベクトル蓄積ユニットVMEMに蓄積する。ブロックVPROCはファジー計算を行わない選択5の目型パターンに属さない像ブロックに対する動きベクトルを評価（補間）するために設ける。

【0081】また、ブロックCSELによってブロックFMDETを供給し、これにより前述したアルゴリズムに従ってカメラモードおよびフィルムモード間を識別し得るようにする。また、制御ユニットCNTをも設け、これによりブロックFMDETにより行われた評価の結果に応答してブロックVMEMおよびVPROCを制御する。制御ユニットCNTはブロックVMEMおよびVPROCに夫々供給される2つの制御信号ENおよびENWを発生する。信号ENは、ブロックVPROCが選択5の目型パターンに属さない動きベクトルを補間する必要がある際に起動され、動き予測フェーズ中起動されない。即ち、信号ENWは起動されてブロックCSELの出力側の動きベクトルをブロックVMEMに蓄積する。

【0082】この目的のため、BUF1およびBUF2の出力PFBおよびCFBによって供給される補間ブロックINTを予測動きベクトルに従って消失フィールドの画素を補間してブロックVPROCの出力側の予測動きベクトルをブロックADDGENに供給して予測動きベクトルによって関連される前のフィールドおよび現在のフィールドの関連する画素のアドレスを決める。補間ブロックINTによって前述したメディアンフィルタ処理に従って消失画素の補間を行う。

【0083】本発明装置の主ブロックのアーキテクチャ

アを以下に説明する。ブロックBUF1およびBUF2は図18に示すものと同一の構成を有する。これら2つのブロックの目的は、前のフィールドおよび現在のフィールドの双方に探索区域を実現するために、前のフィールドおよび現在のフィールドの像画素の位置部分を蓄積するにある。探索区域の大きさは整合を計算する間のブロックのものよりも大きく、且つその大きさによって予測し得る最大動きベクトルが大きくなる手段を決める。

【0084】基本的には、各ブロックをBUF1およびBUF2を探索区域の像ラインを蓄積する複数のラインメモリLMおよび遅延装置PDによって構成する。

【0085】メモリLMの数は予測し得る動きベクトルの最大垂直成分に影響を与え、画素遅延装置PDの数は動きベクトルの最大水平成分に影響を与える。

【0086】図19はブロックSAD1を構成する4つの同一のユニットのうちの1つを示す。各動きベクトルを評価すべき各ジェネリックブロック $K(x,y)$ に対して、ブロックSAD1によって4つの予測動きベクトル $P[i]$ に関する4つの誤り関数 $err[i]$ を評価する。各ベクトル $P[i]$ によって夫々前のフィールドおよび現在のフィールドの2つの関連する像ブロックを特定する。動きベクトル $P[i]$ によって位置決めされた2つのブロックの整合程度を評価するために、関連する誤り関数 $err[i]$ を評価する必要がある。また、前のフィールドおよび現在のフィールドの関連する像ブロックは像ライン全部が含まれるように変換する必要のあることは明らかである。

【0087】これはブロックMF1およびMF2によって達成する。これらブロックによって（図7似つき前述したアルゴリズムに従って）各ブロックの消失画素を補間するメディアンフィルタ処理を達成する。

図中：

CF CL： 現在のフィールド、現在のライン；

CF PL： 現在のフィールド、前のライン；

PF CL： 前のフィールド、現在のライン；

PF PL： 前のフィールド、前のライン；

PF CL又はCF CL特定する相俟ってメディアンフィルタの出力を各減算器ブロックSUB1、SUB2に供給し、これによって関連するブロックの画素輝度値の絶対差を達成し、2つの減算器の出力を累算器ブロックACCに蓄積する。

【0088】ブロックSAD1のアーキテクチャをよりよく理解するために、連続するフォーマットに一度変換し、 $8 \times 8 = 64$ 画素の目安を有する像ブロックを仮定する。これは、ブロックを連続するフォーマットに変換するために、64画素のうちの32画素を各像ブロックに対して本発明介する必要があることを意味する。したがって、以前のふーど及び現在のフィールドの二つの対応する像ブロック間の誤り関数 err を算出するために、64メディアンフィルタ及び64個の減算器を必要とする。累積ブロックACCは累積した誤り関数 err

[i]を提供する。ブロックSAD1が、四つの予測移動ベクトルP[i]に関連した誤り関数err[i]を計算する必要があるため、それは、図19に図示したものに等しい四つのユニットを有する必要がある。

[0089]ブロックFUZZYの内部アーキテクチャを図20に示す。四つの予測移動ベクトルP[i]及び関連の誤り関数err[i]に基づく考察に依存して、ファジープロセスは、候補移動ベクトルCを創成する。

[0090]ファジープロセスは基本的には二つのパートからなる。第1のパートは、ブロックM1、M2及びRC1によって形成され、均一の程度及び四つの予測ベクトルP[i]の名誤り関数err[i]に基づく推定（既に説明した第1の六つのファジールール）を実行して、以前の四つのもののうちから最適な予測ベクトル(P[min])を選択する。第2のパートは、ブロックM3、M4及びRC2によって形成され、全ての予測ベクトルP[i]が大きな誤り関数err[i]を有するときに後退ファジールール（既に説明した第7のファジールール）のソートを実行し、その結果、この場合には零ベクトルが選択される。

[0091]より詳しくは、ブロックM1は、(均一評価ブロックHEによって計算された値H(i, j)に基づいて)図8に示したメンバーシップ関数を実行し、ブロックM2は、図9に示したメンバーシップ関数を実行し、ブロックRC1は、既に説明した第1の六つのファジールールの起動レベルr[k] (k=0~5)を評価する。したがって、ブロックRC1の出力は、六つの起動レベルr[k]によって形成される。ブロックM3は、図11に示したメンバーシップ関数を実行し、ブロックM4は、図10(拡張評価ブロックEEによって計算された二つの成分UP(x), UP(y)に対するもの)に示したメンバーシップ関数を実行し、ブロックRC2は、第7のファジールールの起動レベルr[6]を評価する。したがって、ブロックRC2の出力は起動レベルr[6]によって形成される。

[0092]四つの予測ベクトルP[i]を、ブロックVMEMからブロックFUZZYに供給する。四つの誤り関数err[i]の値は、ブロックSAD1によって提供される。

[0093]ブロックRC1の出力r[k]は、最高起動レベル(r[opt])を有する第1の六つのファジールールのうちのひとつを選択するブロックRS(ルールセクタ)に供給する。既に説明したように、四つの予測ベクトルのうちの二つP[i], P[j]を、第1の六つのファジールールの一つにそれぞれ関連させる。一度、最高起動レベルr[opt]を有するファジールールが決定されると、このようなファジールールに関連した二つのブレディクタ間の最小誤り関数を有する予測ベクトルを、ブロックVS(ベクトルセクタ)から選択する。このベクトルP[min]（「ベストブレディ

クタ」)は、ブロックRSから付与された値r[opt]及びブロックRC2から付与された値r[6]と共に、既に説明したような式に基づいて候補移動ベクトルCの成分Cx, Cyを計算するブロックRC(ルール合成)に供給する。既に説明したように、七つのファジールールのいずれも十分な起動レベルがないときに、最小誤り関数を有する予測ベクトルをベクトルCとして選択するので、ブロックRCも、値err[i]及び四つの予測ベクトルP[i]によって供給される。

[0094]ブロックCBUILDの構造を図21に示す。このブロックは、ベクトルCによって供給され、八つの更新ベクトルVu[1]~Vu[8]を決定する。

[0095]ブロックSPは、ベクトルCをX軸及びY軸に沿って成分Cx, Cyに分割する。ブロックHUは、Cxに付加される更新のセットの水平成分を提供する。同様に、ブロックVUは、Cyに付加される更新のセットの垂直成分を提供する。ブロックMCは、更新ベクトルの水平成分及び垂直成分Vu[n]x, Vu[n]y (n=1~8)を併合する。ブロックSP及びMCの内部構造は、移動ベクトルを表示するのに用いられる特定のデータ構造に依存する。

[0096]八つの更新ベクトルVu[1]~Vu[8]は、図19に図示したものに等しい八つのユニットからなるブロックSAD2に供給される。

[0097]ブロックCSELは、ブロックSAD2によって計算された八つの誤り関数に補正ペナルティ値PEN1, PEN2を付加する。その後、ブロックCSELは八つの誤り関数と付加されたペナルティ値とを比較して、最小誤り関数値及び関連のベクトルを決定し、それを、八つの更新ベクトルVu[n]の一つとすることができる。最小誤り関数値を有するベクトルを、試験の下でブロックK(x, y)に対する評価された移動ベクトルとして選択する。

[0098]基本的には、ブロックCSELを、(ブロックSAD2によって計算された八つの更新ベクトルに関連した誤り関数にペナルティ値を加算する)加算器及び八つの要素間のうちの最小を評価するのに適したブロックによって構成する。

[0099]ブロックVPROCの構成を図22に示す。既に説明したように、移動ベクトルフィールドを、好適には五点形サブサンプルされたブロックのバースに対して評価する。行方不明の移動ベクトルを補間する必要がある。ブロックVPROCは、行方不明の移動ベクトルを得るために図12に関連して既に説明した補間を実行するブロックVINTを具える。ブロックVPROCは、図13及び14に関連して既に説明した「エロージョン」プロセスを実行するブロックVERも具える。ブロックVINTは、ブロックVMEMの出力部によって与えられる。ブロックVERの出力部は、ブロックVMEMの出力部によって直接与えられるマルチプレクサ

ブロックMUXを与える。ブロックCNTから供給された制御信号ENは、出力ベクトルフィールドの補間中にアクティブであるとともに移動評価段階中にアクティブでない必要があるブロックVPROCの動作を選択する。

【0100】ブロックFMDETは、図23に示した構造を有する。ブロックFMDETの入力Vは、ブロックCSELの出力部に供給される現在評価された移動ベクトルを表す。このベクトルは、以前に評価されるとともに同一像フィールドに関連する他の移動ベクトルを有するブロックVACCによって累積される。ブロックVACCの出力部では、値Acが得られる。FFを、出力フィールドの周波数に対応する100Hzのクロック信号とし、これは、フィールドに関連する累積された移動ベクトルのフィールドを記憶するとともにフィールドに従うときに前記累積された値を出力するレジスタDELAYに供給される。レジスタDELAYの出力はApとなる。

【0101】除算ブロックDIVは比 $|Ac/Ap|$ を算出し、同時に、比較ブロックCMPは、どの状態を満足するか（すなわち $|Ac/Ap| \leq 1$ 又は $|Ac/Ap| > 1 + Th$ 、 $|Ac/Ap| < 1 - Th$ ）を決定する。この比較の結果はレジスタRに記憶される。ブロックLGは、既に説明したルール1)～5)を実現する。

【0102】ブロックLGの出力MODE (MODE = camera_mode, MODE = film_mode (phase0), MODE = film_mode (phase1))を、ブロックCNTに供給して、適切な制御信号EN、ENWを、要求されるときのみ、すなわち、評価された移動及び補償されたフィールド補間を実行すべきときのみ発生させることができる。ブロックINTは、行方不明のフィールドの画素を補間するのに要求される演算を行う。基本的には、それを加算器及びメジアンフィルタによって構成する。

【0103】他の方法を用いて移動情報を利用することができる。これは、本発明の目的を制限するものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の標準（動き補償のない）フィールドレートアップ変換方法の結果を示す線図的説明図である。

【図2】2つの連続受信像フィールド間の動く物体の位置の変化を示す線図的説明図である。

【図3】像ブロックのパターンに分割された像フィールドを示す線図的説明図である。

【図4】動き予測兼補償フィールドレートアップ変換方法の作動を示す線図的説明図である。

【図5】像フィールドの像ブロックの2つの5の目型パターンを示す線図的説明図である。

【図6】動きベクトルを評価する必要がある像ブロックおよび本発明方法を実行するに用いる隣接ブロックのパターンを示す説明図である。

【図7】前の像フィールドおよび現在の像フィールドの2つの関連像ブロックの位置部分を示す線図的説明図である。

【図8】ファジー計算を行うために用いられるメンバーシップ機能を示す特性図である。

【図9】ファジー計算を行うために用いられるメンバーシップ機能を示す特性図である。

【図10】ファジー計算を行うために用いられるメンバーシップ機能を示す特性図である。

【図11】ファジー計算を行うために用いられるメンバーシップ機能を示す特性図である。

【図12】動きベクトルを補間するために用いて動きベクトルのパターンを示す線図的説明図である。

【図13】“エロージョン”処理を実行するために用いられる動きベクトルのパターンを示す線図的説明図である。

【図14】“エロージョン”処理を実行するために用いられる動きベクトルのパターンを示す線図的説明図である。

【図15】補間すべきフィールドの1つの画素の補間を示す線図的説明図である。

【図16】前の像フィールドおよび現在の像フィールドで消失画素を決める補間処理を示す説明図である。

【図17】本発明による装置の構成を示す線図的ブロック図である。

【図18】図17の装置のあるブロックの構成を示す線図的説明図である。

【図19】図17の装置のあるブロックの構成を示す線図的説明図である。

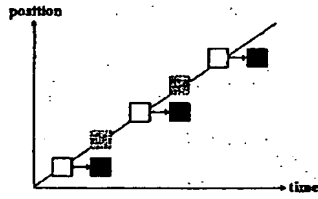
【図20】図17の装置のあるブロックの構成を示す線図的説明図である。

【図21】図17の装置のあるブロックの構成を示す線図的説明図である。

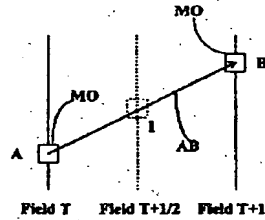
【図22】図17の装置のあるブロックの構成を示す線図的説明図である。

【図23】図17の装置のあるブロックの構成を示す線図的説明図である。

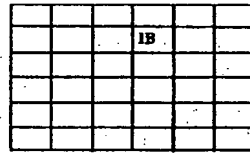
【図1】



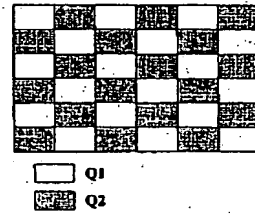
【図2】



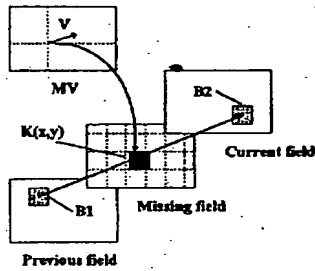
【図3】



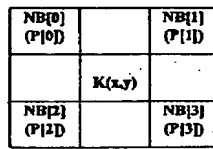
【図5】



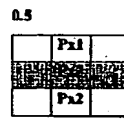
【図4】



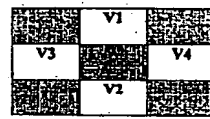
【図6】



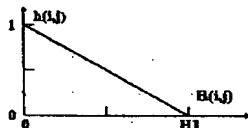
【図7】



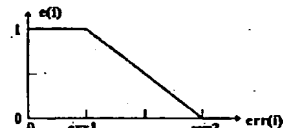
【図12】



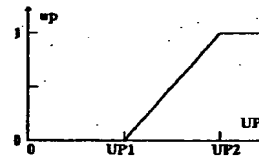
【図8】



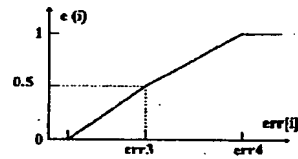
【図9】



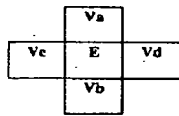
【図10】



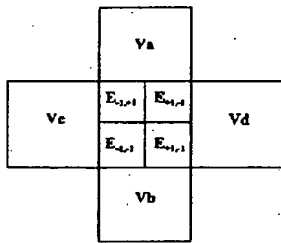
【図11】



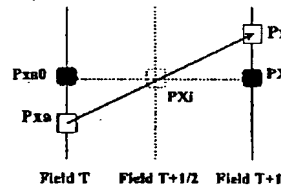
【図13】



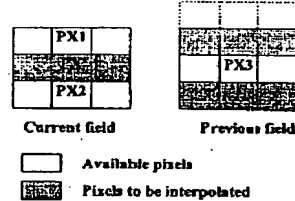
【図14】



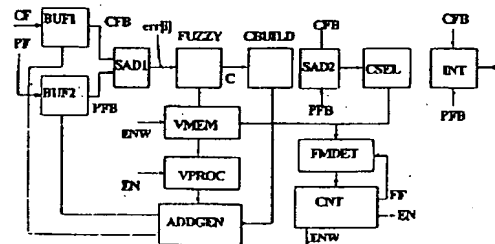
【図15】



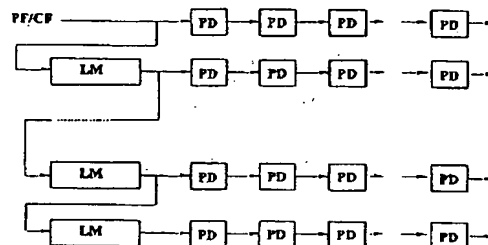
【図16】



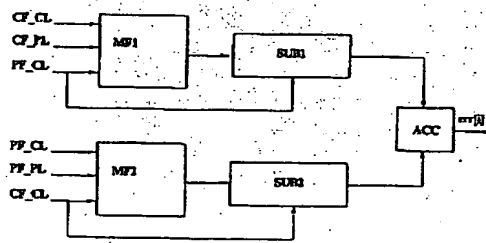
【図17】



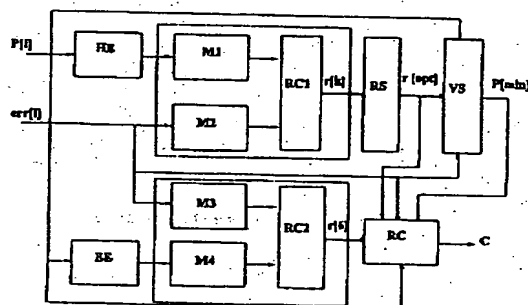
【図18】



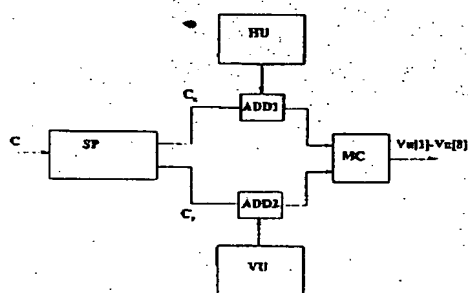
【図19】



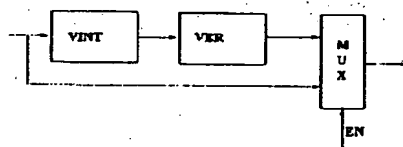
【図20】



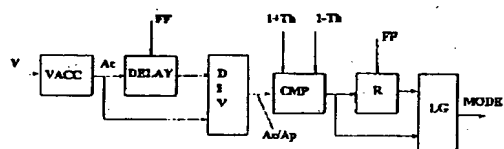
【図21】



【図22】



【図23】



フロントページの続き

(72)発明者 リナルド ボルッツィ
イタリア国 20125 ミラノ ビアッツァ
イストリア 2

(72)発明者 ルカ モリナリ
イタリア国 29100 ビアセンツァ ヴィ
ア ダンテ アリギーエリ 136

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.